

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift
⑪ DE 3904363 A1

⑤① Int. Cl. 5:
G 05 F 1/56
// G05F 1/569

②① Aktenzeichen: P 39 04 363.0
②② Anmeldetag: 14. 2. 89
④③ Offenlegungstag: 16. 8. 90

DE 3904363 A1

⑦① Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

⑦② Erfinder:

Bergmann, Günther, Dr.-Ing., 7906 Blaustein, DE;
Lamarche, Jean-Luc, Dipl.-Ing., 7994 Langenargen,
DE

⑤④ Spannungsregler

Es wird ein Spannungsregler als monolithisch integrierbare Schaltungsanordnung nach dem Prinzip linearer Längsspannungsregler mit einer Startschaltung beschrieben, dessen Eigenleistungsverbrauch bei großem zulässigen Eingangsspannungsbereich dadurch reduziert ist, daß Maßnahmen vorgesehen sind, den Strom durch die Startschaltung zu begrenzen und einen bei hohen Eingangsspannungen auftretenden überschüssigen Strom im Strompfad zur Startschaltung umzulenken zum Ausgang des Spannungsreglers und damit der Last zur Verfügung zu stellen.

DE 3904363 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Spannungsregler der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art. Derartige Spannungsregler sind in verschiedenen Ausführungen bekannt.

Eine wesentliche Eigenschaft solcher Spannungsregler ist, daß die Referenzspannungsquelle von der geregelten Ausgangsspannung versorgt und dadurch der Durchgriff der unregelmäßigen Eingangsspannung auf die Referenzspannung besonders gering wird. Beim Anlegen einer Eingangsspannung kann daher der Regelverstärker noch kein Steuersignal für das Stellglied liefern und es wird eine gesonderte, von der Eingangsspannung versorgte Startschaltung zur Ansteuerung des Stellglieds benötigt.

Die Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines derartigen Spannungsreglers als Blockschaltbild. Eingang E und Ausgang A sind durch das Stellglied 3 verbunden. Am Ausgang liegt eine Last L an. Eine Referenzspannungsquelle 1, die von der Ausgangsspannung u_a versorgt ist, liefert eine Referenzspannung u_r als Sollwert an einen Regelverstärker 2, der ebenfalls von der Ausgangsspannung u_a versorgt ist und dem außerdem meine durch Spannungsteilung aus der Ausgangsspannung genommene und dieser proportionale Ist-Spannung u_i zugeführt ist. Aus dem Vergleich von u_i und u_r wird im Regelverstärker 2 ein Steuersignal s_r für das Stellglied 3 erzeugt. Eine von der Eingangsspannung u_e versorgte Startschaltung 4 liefert ein Steuersignal s_s für die Startphase.

Eine mögliche Ausführung eines solchen Spannungsreglers ist für positive Spannungen u_e , u_a in Fig. 2 am Beispiel einer in bipolarer Technik realisierten Schaltungsanordnung in detaillierter Form skizziert. Als Stellglied ist ein pnp-Transistor T_3 eingesetzt. Dies bringt den Vorteil eines minimalen Mindest-Spannungsabfalls über dem Stellglied in der Größenordnung der Sättigungsspannung des Stellttransistors T_3 , die beispielsweise bei rund 100 mV liegt. Transistoren der jeweils anderen Polarität würden mindestens einen Spannungsabfall in der Größenordnung einer Basis-Emitter-Diodenflußspannung bewirken, die mit ca. 700 mV wesentlich über der Sättigungsspannung liegt. Die Referenzspannungsquelle ist in bekannter Weise als Bandabstand (band-gap)-Referenz ausgeführt und zusammen mit dem Regelverstärker durch die an der mit unterbrochener Linie umrandeten Baugruppe 12 enthaltenen Bauelemente realisiert. In dem dem Fachmann aus sich verständlichen Aufbau der Baugruppe 12 sind für die weiteren Erläuterungen nur die Transistoren T_2 , T_4 und der ohmsche Widerstand RE im einzelnen bezeichnet. Der Widerstand RE und der Transistor T_4 sind sowohl Bestandteil des Regelverstärkers als auch der Startschaltung. Die Bauelemente der Startschaltung sind durch die in der umrandeten Baugruppe 14 enthaltenen Bauelemente gegeben. Bei Anlegen einer Eingangsspannung u_e an der Eingang E des Spannungsreglers fließt über den Widerstand RS ein Strom zur durch die Dioden D_1 , D_2 auf konstanten Potential liegenden Basis des Transistors T_4 und steuert diesen aus, so daß ein Basisstrom i_b im Stellttransistor T_3 und über den Kollektor von T_3 ein Strom zum Ausgang fließen kann. Von der nun am Ausgang anliegenden Spannung wurden auch Referenzspannungsquelle und Regelverstärker versorgt und der Regelkreis ist in Betrieb. Bei Ansteigen der an der Last abfallenden Spannung wird der Strom durch Transistor T_2 erhöht und dadurch der Ba-

sisstrom von T_3 durch T_4 verringert, so daß sich bei Erreichen der Nominalspannung ein Gleichgewichtszustand einstellt. Der Regelverstärker kann den Basisstrom von T_3 also nur reduzierend beeinflussen.

Die Startschaltung muß so dimensioniert sein, daß die bei allen zulässigen Lastbedingungen das Stellglied zuverlässig ansteuert. Bei dem beschriebenen Beispiel nach Fig. 2 bedeutet dies beispielsweise, daß die Startschaltung auch bei niedriger Eingangsspannung und niederohmiger Last einen ausreichend hohen Basisstrom für den Stellttransistor T_3 erzeugt. Der Vorwiderstand RS kann daher nicht beliebig hochohmig gemacht werden. Ein hochohmiger Widerstand wäre auch aus Gründen des Flächenbedarfs bei der Schaltungsintegration nachteilig. Bei höheren Eingangsspannungen und/oder bei geringerem Laststrom führt dies aber dazu, daß ein unnötig hoher Strom durch die Startschaltung fließt. Der daraus resultierende, insbesondere bei hohen Eingangsspannungen nicht vernachlässigbare Leistungsverbrauch ist sowohl wegen der Belastung der Eingangsspannungsquelle als auch hinsichtlich der Wärmeabfuhr unerwünscht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, bei einem Spannungsregler der im Oberbegriff des Patentanspruchs angegebenen Art den Eigenleistungsverbrauch zu reduzieren.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Kleine zur Startschaltung fließende Ströme, die nur einen geringen Eigenleistungsverbrauch darstellen, fließen auch bei dem erfindungsgemäßen Spannungsregler durch die Startschaltung, so daß unverändert ein zuverlässiger Start unter allen zulässigen Lastbedingungen sichergestellt ist. Höhere zur Startschaltung fließende Ströme werden aber aufgeteilt in einen ersten Teilstrom durch die Startschaltung und einen zweiten Teilstrom direkt zum Ausgang. Der erste Teilstrom ist auf einen vorgegebenen Wert begrenzt und ein ggf. darüber hinausgehender Anteil im zur Startschaltung fließenden Strom wird als der zweite Teilstrom der Last zugeführt und damit nutzbringend verwendet.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei wird von einer Schaltung wie in Fig. 2 skizziert, gegenüber der nur die von der Erfindung betroffenen Bauelemente oder Baugruppen verändert sind, ausgegangen.

Bei der in Fig. 3 skizzierten Anordnung ist der Vorwiderstand RS aus Fig. 2 ersetzt durch einen Spannungsteiler aus den Widerständen R_1 und R_2 . Der Abgriff zwischen R_1 und R_2 ist über eine Serienschaltung von Dioden DL mit dem Ausgang des Stellglieds (Kollektor von Transistor T_3) und damit mit dem Ausgang A des Spannungsreglers verbunden. Der Knotenpunkt von R_1 und R_2 erreicht damit maximal eine Spannung u_z , die um die Durchflußspannung der Diodenreihe (DL) über der Ausgangsspannung u_a liegt. Die Spannungsdifferenz zwischen u_z und u_a wird vorteilhafterweise höher gewählt als die Basisspannung von T_4 , so daß auch bei niederohmiger Last über dem Widerstand R_2 eine Mindestspannung abfällt und somit ein Strom durch den Transistor T_4 sichergestellt ist. Der Strom i_l durch die Startschaltung ist auf einen durch R_2 und die Spannungsdifferenz zwischen u_z und dem Basispotential u_b von T_4 festgelegten Wert begrenzt. Bei kleinen Eingangsspannungen u_e liegt die Spannung am Knotenpunkt von R_1 und R_2 unterhalb der Grenzspannung u_z

und der gesamte durch $R1$ zur Startschaltung fließende Strom i_s fließt durch die Startschaltung $R2, D1, D2, T4$ und RE . Bei zunehmender Eingangsspannung u_e steigt der Strom durch $R2$ an bis zu einem durch u_z, u_b und $R2$ festgelegten Grenzwert i_l . Wenn der durch $R1$ zur Startschaltung fließende Strom i_s größer wird als i_l bleibt der Strom durch $R2$ als ein erster Teilstrom konstant auf i_l und der Differenzstrom $i_s - i_l$ fließt als zweiter Teilstrom i_{II} durch die Dioden DL zur Last.

Bei der in Fig. 4 skizzierten Ausführungsform ist der Strom durch die Startschaltung mittels $R4$ und $T5$ begrenzt. Bei kleinen Strömen i_s liegt der Spannungsabfall über $R4$ unter der Basis-Emitterflußspannung von $T5$ und $T5$ sperrt. Bei ansteigendem Strom i_s steigt der Strom durch $R4$ und $R5$ an, bis an $R4$ ein Spannungsabfall von der Größe der Basis-Emitterflußspannung u_{be} von $T5$ erreicht ist und bleibt auf diesen Wert begrenzt. Ein darüber hinausgehender Stromanteil in i_s wird als Kollektorstrom von $T5$ zum Ausgang A und damit zur Last L geführt. Unter der Annahme, daß der Basisstrom von $T5$ klein ist gegenüber dem Strom durch $R4$ wird der Strom durch die Startschaltung auf einen durch $R4$ und $T5$ festgelegten Wert begrenzt.

Auf Spannungsregler für negative Spannungen u_e, u_a sind die beschriebenen Beispiele in bekannter Weise durch Wechsel der Polarität der Bauelemente übertragbar. Darüber hinaus sind aber auch weitere Schaltungsvarianten, insbesondere Maßnahmen zur Spannungs- oder Strombegrenzung, möglich und dem Fachmann bekannt, welche zur Realisierung der Erfindung im Detail geeignet sind und grundsätzlich nach dem beschriebenen Prinzip arbeiten.

Patentansprüche

1. Spannungsregler als monolithisch integrierbare Schaltungsanordnung nach dem Prinzip linearer Längsspannungsregler mit einem Eingang und Ausgang verbindenden Stellglied (3), einem Regelverstärker (2), einer aus der Ausgangsspannung versorgten Referenzspannungsquelle (1) sowie einer von der Eingangsspannung versorgten Startschaltung (4) zur Erzeugung eines Steuersignals für das Stellglied, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, welche den vom Eingang zur Startschaltung fließenden Startstrom (i_s) in einen ersten begrenzten Teilstrom (i_l) durch die Startschaltung und einen den ggf. darüberhinausgehenden Startstromanteil umfassenden zweiten Teilstrom (i_{II}) aufteilen und den zweiten Teilstrom unter Umgehung des Stellgliedes (3) auf den Ausgang führen.
2. Spannungsregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Startschaltung mit dem Eingang über einen Spannungsteiler verbunden ist und ein Abgriff des Spannungsteilers auf eine über der Ausgangsspannung (u_a) liegende Zwischenspannung (u_z) begrenzt und mit dem Ausgang verbunden ist.
3. Spannungsregler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenspannung um eine definierte Spannungsdifferenz über der Ausgangsspannung liegt.
4. Spannungsregler nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgriff des Spannungsteilers über mehrere in Serie geschaltete Dioden (DL) mit dem Ausgang verbunden ist.
5. Spannungsregler nach Anspruch 1 oder 2, da-

durch gekennzeichnet, daß der zweite Teilstrom über aktive Bauelemente unter Umgehung des Stellgliedes auf den Ausgang geführt wird.

6. Spannungsregler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Integration in Bipolartechnik die Startschaltung einen emittergegekoppelten Steuertransistor ($T4$) mit stabilisiertem Basispotential enthält, dessen Kollektorstrom als Steuersignal den Basisstrom (i_b) eines als Stellglied eingesetzten Längstransistors ($T3$) bildet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

– Leerseite –

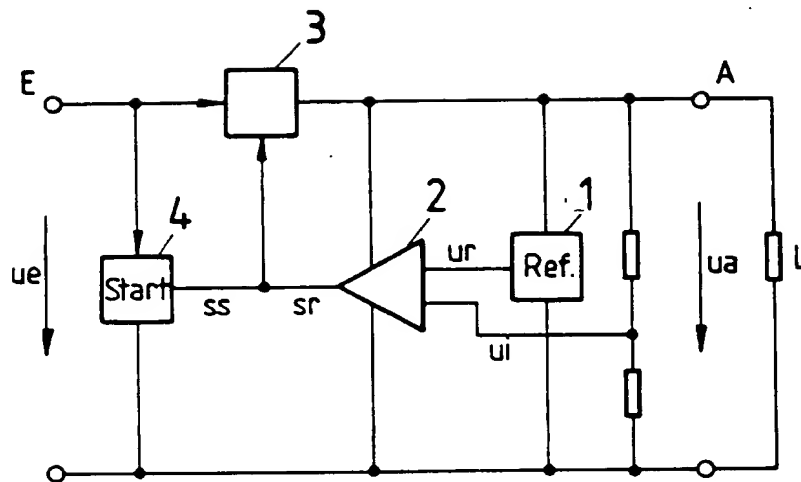


FIG. 1

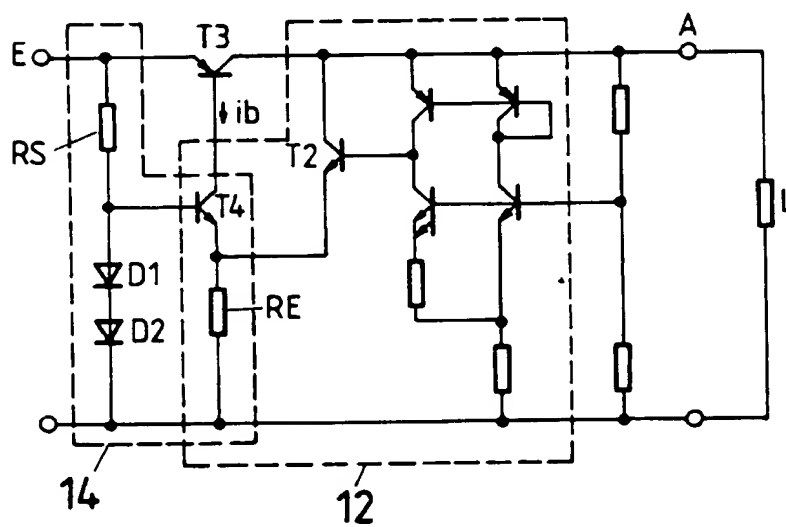


FIG. 2

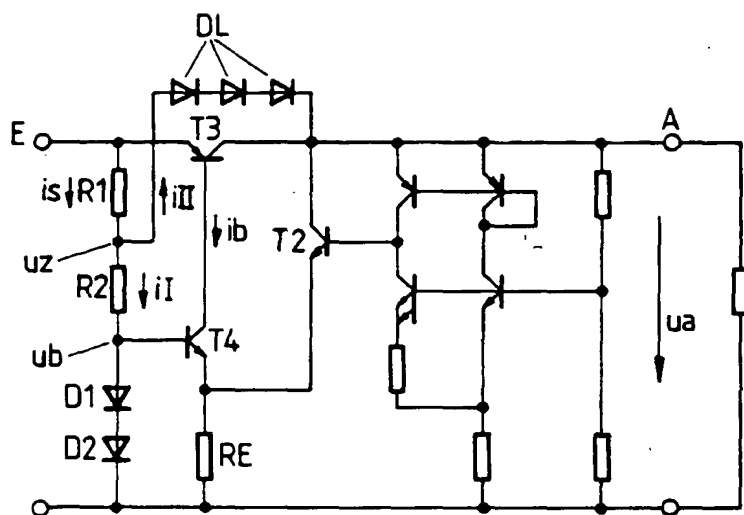


FIG. 3

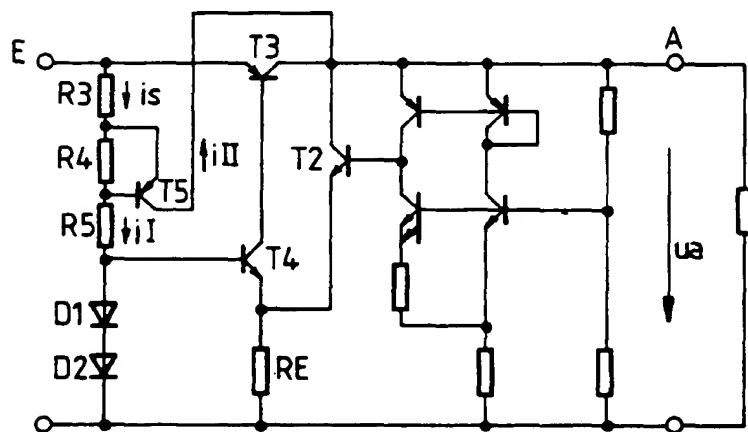


FIG. 4